

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЛЕОПОКРІВЛІ З ПРОЗОРИМ ПОКРИТТЯМ

Возняк О.Т., к.т.н., С.П. Шаповал, к.т.н., О.М. Пона

*Національний університет «Львівська політехніка» вул. Степана Бандери, 12, Львів, Львівська область, Україна 79000*

E-mail: [ostap.pona@yandex.ru](mailto:ostap.pona@yandex.ru)

Розглянуто спосіб підвищення ефективності використання сонячної енергії геліопокрівлею з прозорим покриттям. Описано результати досліджень надходження сонячного випромінювання на геліопокрівлю. Показано, що можна ефективно використовувати тепло покрівельного матеріалу будівлі. Встановлено залежності між різними орієнтаціями геліопокрівлі та її ефективністю.

**Ключові слова** — геліоколектор, сонячне випромінювання, геліопокрівля.

**Постановка проблеми.** На даний час існує значна кількість сонячних колекторів, що відрізняються конструктивними та техніко-економічними показниками. Проте більшість з них мають високу вартість, складність конструкції. Багато досліджень сонячних установок присвячено визначенню оптимальних кутів нахилу плоского сонячного колектора до горизонту і азимута його повороту, а також удосконаленню їх конструкції [3]. Тому на даний час важливим є вдосконалення і розроблення нових сонячних колекторів в яких верхнє покриття сонячного колектора, виконане з покрівельного гофрованого матеріалу будівлі. Таке виконання сонячного колектора дозволить максимально здешевити його вартість та підвищити міцність, а прозоре покриття зменшує тепловтрати.

**Виклад основного матеріалу.** Експериментальна установка складалася з геліопокрівлі з прозорим покриттям, бака-акумулятора, джерела випромінювання та вимірювальних приладів.

В основу геліопокрівлі поставлено завдання удосконалити плоский сонячний колектор. Це здійснюється завдяки тому, що теплопоглинаючий матеріал геліопокрівлі є одночасно покрівельним матеріалом будівлі, що дозволяє знизити вартість, підвищити міцність та спростити конструкцію сонячного колектора. Прозоре покриття суттєво знижує тепловтрати сонячного колектора, оскільки в просторі між склом та покрівельним матеріалом утворюється шар повітря. Геліопокрівля дозволяє ефективно використовувати тепло покрівельного матеріалу.

Верхнє гофроване покриття кріпиться до крокв, наприклад, за допомогою кронштейнів. Сонячне проміння попадає на зовнішню поверхню верхнього гофрованого покриття, виконаного з покрівельного матеріалу, на внутрішній поверхні якого нанесено шар селективного матеріалу, який забезпечує максимальне поглинання сонячного тепла при мінімальному рівні відбиття сонячних променів назад у атмосферу. При цьому відбувається його нагрівання. Тепло передається трубкам контуру циркуляції, в яких циркулює теплоносіє. За рахунок різниці температур, та відповідно різниці густин

теплоносія в зоні вхідного і вихідного патрубків створюється циркуляція теплоносія. Теплоізоляційний шар забезпечує зменшення тепловтрат.

Інтенсивність потоку енергії, що випромінювало джерело вимірювалась актинометром. Температура теплоносія вимірювалась у трьох точках системи (на виході з колектора, на вході в колектор та в баці-акумуляторі) ртутними термометрами. Температура зовнішнього повітря та його швидкість вимірювалась термоелектроанемометром TESTO 405 – V1.

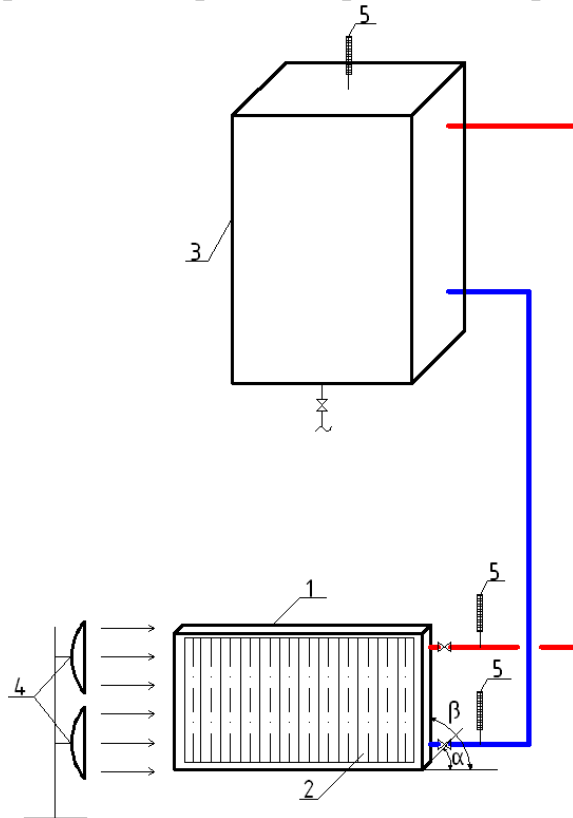


Рис. 1. Схема експериментальної установки:

1 – геліопокрівля; 2 – прозоре покриття; 3 – бак-акумулятор; 4 - джерело випромінювання; 5 – ртутні термометри

Була складена трифакторна матриця планування із взаємодією факторів. Факторами були обрані азимутальний кут повороту сонячного колектора, кут нахилу колектора та інтенсивність теплового потоку. Параметром оптимізації вибрано коефіцієнт ефективності геліосистеми в цілому  $K_{ef}$ , як впливає зміна кута падіння променів на ефективність геліопокрівлі.

$$K_{ef} = \frac{y_i}{y_{ст}} \quad (1)$$

де  $y_i$  – теплова енергія отримана геліопокрівлею при кутах падіння променів  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ$  та  $I_g = 900 \text{ Вт/м}^2$ ;

$y_{ст}$  – отримана теплова енергія геліопокрівлею за інших кутів падіння променів та іншій інтенсивності випромінювання.

Таблиця 1

## Матриця планування експерименту

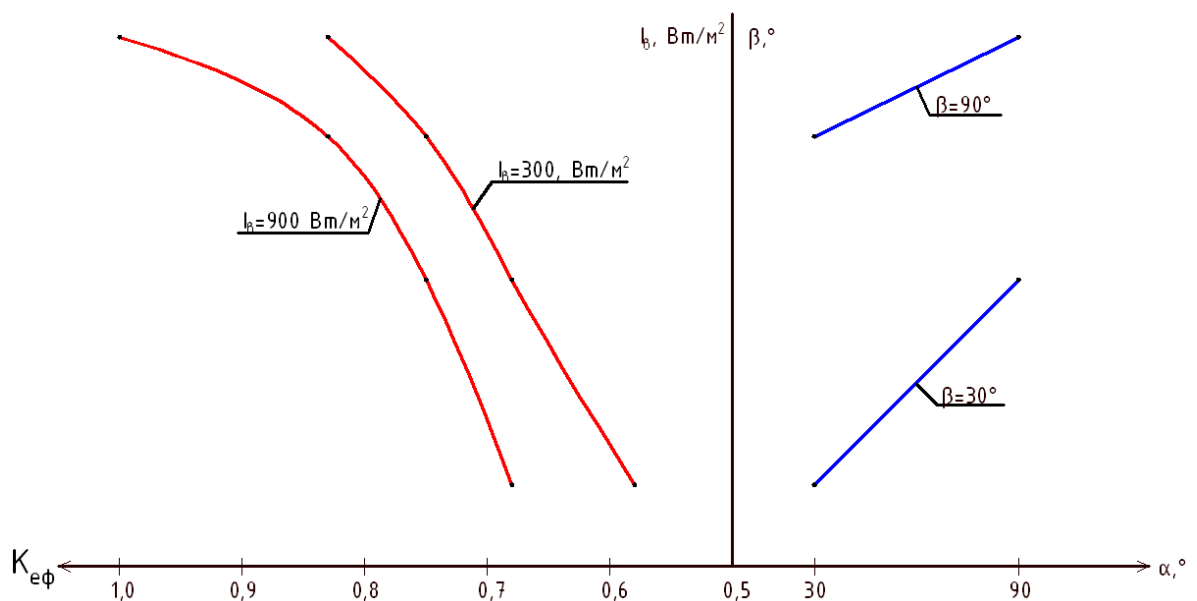
№	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$	$K_{ef}$
1	+	–	–	–	+	+	+	–	0,58
2	+	+	–	–	–	–	+	+	0,68
3	+	–	+	–	–	+	–	+	0,75
4	+	+	+	–	+	–	–	–	0,83
5	+	–	–	+	+	–	–	+	0,68
6	+	+	–	+	–	+	–	–	0,75
7	+	–	+	+	–	–	+	–	0,83
8	+	+	+	+	+	+	+	+	1

На основі даних таблиці 1 отримаємо наступне рівняння регресії:

$$K_{ef} = 0,859 + 0,041x_1 + 0,074x_2 + 0,041x_3 - 0,009x_1x_2 - 0,006x_1x_3 - 0,009x_2x_3 + 0,009x_1x_2x_3$$

За результатами експериментальних досліджень побудована номограма залежності азимутального кута повороту геліопокрівлі  $\alpha$ , кута повороту геліопокрівлі  $\beta$ , інтенсивності теплового потоку  $I_e$  та коефіцієнта ефективності геліосистеми  $K_{ef}$ .

З номограми (рис. 2) видно, що ефективність геліопокрівлі за зміни кута падіння  $\alpha$  і  $\beta$  від  $90^\circ$  до  $30^\circ$  зменшується на 32%, що говорить про незначне падіння ККД геліосистеми.



## Рис. 2. Результати експериментальних досліджень

**Висновки.** Дослідження показали високу ефективність роботи геліопокрівлі, при значних кутах падіння випромінювання (ранішні і вечірні години). Так коефіцієнт ефективності  $K_{ef}$ , за інтенсивності теплового потоку  $I_e = 300 \text{ Вт/м}^2$ , змінюється від 1 до 0,68 при зміні кутів падіння від  $30^\circ$  до  $90^\circ$ , що говорить про можливість її широкого застосування в геліосистемах та ефективної роботи впродовж дня.

## Література

1. Wiśniewski G., Gołębiowski S., Grycik M. i in. Kolektory słoneczne: energiasłoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle. – Warszawa : " Medium" , 2008. – 201 s.
2. Даффи Дж. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж. А. Даффи, У. А. Бекман ; пер. с англ. под. ред Ю. Н. Малевского. – М. : Мир, 1977. – 420 с.
3. Возняк О.Т. Ефективність плоского сонячного колектора при різних інтенсивностях та кутах падіння теплового потоку/ О. Т. Возняк, С. П. Шаповал// Науково-технічний журнал Нова тема: гол. ред. М. В. Степанов. – №3, 2010. – с. 32-34.